

5. Построение трехмерных графиков в Scilab

5.1. Возможности Scilab для построения поверхностей

В Scilab 3 для построения поверхностей $z=f(x, y)$ предназначены функции

```
plot3d(x, y, z),
plot3d1(x, y, z),
```

здесь x – вектор-столбец значений абсцисс; y – вектор-столбец значений ординат; z – матрица значений функции a в узлах сетки;

Отличие функций состоит в том, что `plot3d` строит каркасный график (см. рис. 5.1), а `plot3d1` – каркасную поверхность, заливая ее каждую клетку цветом, который зависит от значения функции в узлах сетки (см. рис. 5.2).

Построение трехмерного графика рассмотрим на примере функции $z(x, y) = 5y^2 - x^2$ в области $x \in [-2; 2]$, $y \in [-3; 3]$ (см. листинг 5.1, рис. 5.1).

```
x=[-2:0.1:2];
y=[-3:0.1:3];
for i=1:length(x)
for j=1:length(y)
z(i,j)=5*y(j)^2-x(i)^2;
end
end
plot3d(x', y', z, 35, 45);
// Здесь 35 и 45 угол поворота наблюдателя
```

Листинг 5.1

Если функцию `plot3d(x', y', z, 35, 45)` заменить функцией `plot3d1(x', y', z, 35, 45)` график поверхности примет вид, изображенный на рис. 5.2.

В Scilab 4.0 строить графики поверхностей стало удобнее, возможности пакета стали похожи на построение графиков в MATLAB 7.0.

Для построения графика двух переменных $z=f(x, y)$ необходимо выполнить следующие действия.

1. Сформировать в области построения графика прямоугольную сетку, проводя прямые, параллельные осям $y=y_j$ и $x=x_i$, где

$$x_i = x_0 + ih, h = \frac{x_n - x_0}{n}, i = 0, 1, \dots, n, \quad y_j = y_0 + jh, h = \frac{y_k - y_0}{k}, j = 0, 1, \dots, k.$$

2. Вычислить значения $z_{i,j} = f(x_i, y_j)$ во всех узлах сетки.
3. Обратиться к функции построения поверхности, передавая ей в качестве параметров сетку и матрицу $Z = \{z_{i,j}\}$ значений в узлах сетки.

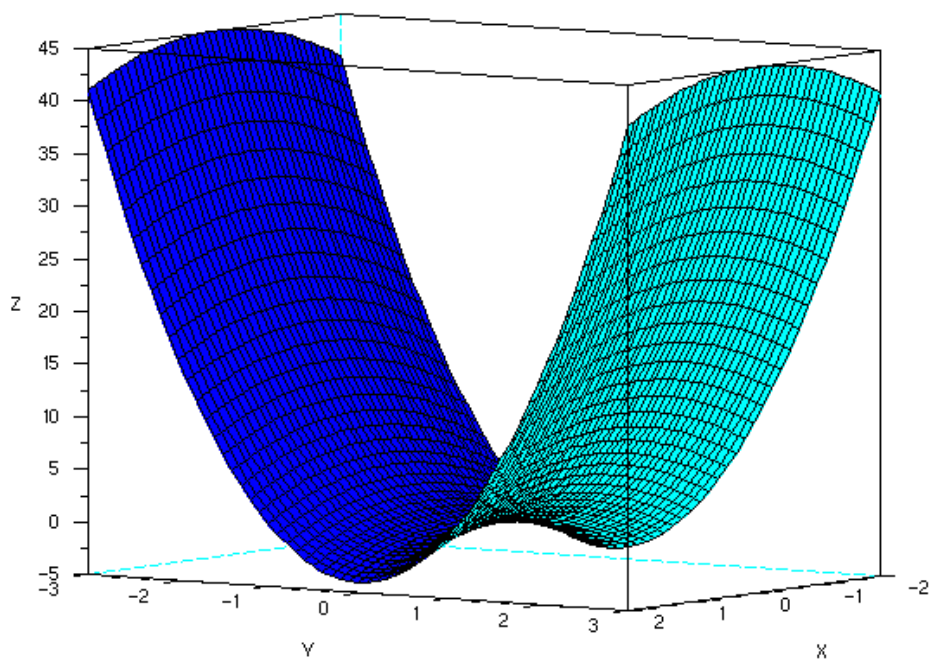


Рис. 5.1. График функции $z(x, y) = 5y^2 - x^2$, построенный с помощью `plot3d`

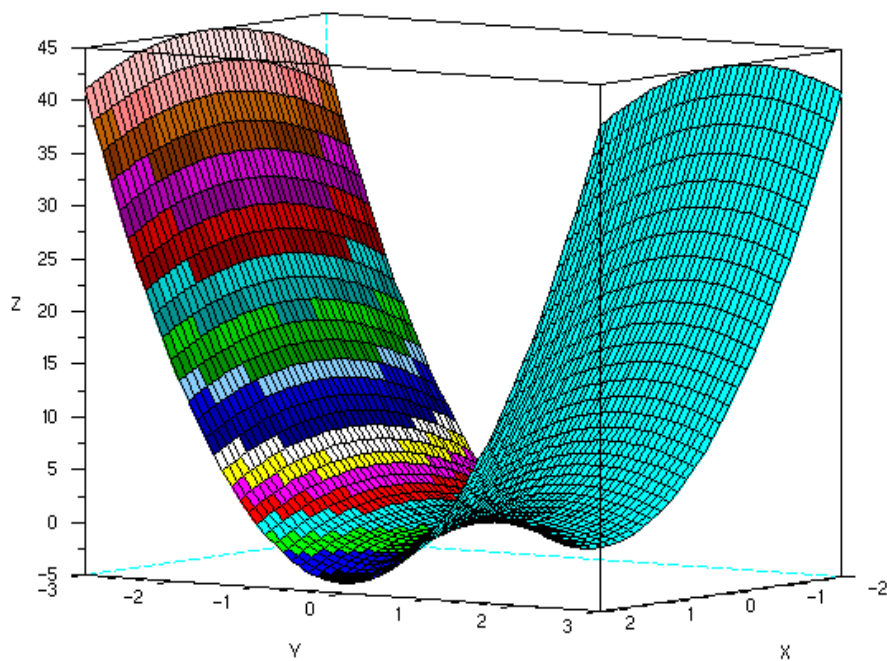


Рис. 5.2. График функции $z(x, y) = 5y^2 - x^2$, построенный с помощью `plot3d`

Для формирования прямоугольной сетки в Scilab 4.0 появилась функция `meshgrid`.

Рассмотрим построение 3-х мерного графика на следующем примере функции $z(x,y)=5y^2-x^2$ $x \in [-2; 2]$, $y \in [-3; 3]$. Для формирования сетки воспользуемся функцией `meshgrid`.

```
[x y]=meshgrid(-2:2,-3:3)
//Здесь -2:2 -массив, определяющий сетку по X,
// -3:3 - массив, определяющий сетку по Y
x =
-2 -1 0 1 2
-2 -1 0 1 2
-2 -1 0 1 2
-2 -1 0 1 2
-2 -1 0 1 2
-2 -1 0 1 2
-2 -1 0 1 2
-2 -1 0 1 2
y =
-3 -3 -3 -3 -3
-2 -2 -2 -2 -2
-1 -1 -1 -1 -1
0 0 0 0 0
1 1 1 1 1
2 2 2 2 2
3 3 3 3 3
```

После формирования сетки вычислим значение z во всех узлах

```
>> z=5*y.^2-x.^2
z =
41. 44. 45. 44. 41.
16. 19. 20. 19. 16.
1. 4. 5. 4. 1.
- 4. - 1. 0. - 1. - 4.
1. 4. 5. 4. 1.
16. 19. 20. 19. 16.
41. 44. 45. 44. 41.
```

Затем обратимся к функции `mesh` для построения графика

```
mesh(x, y, z);
```

В результате чего будет построен трехмерный график (см. рис. 5.3).

Для получения менее грубого графика следует сетку делать более плотной (рис. 5.4)¹.

```
[x y]=meshgrid(-2:0.1:2,-3:0.1:3);
z=5*y.^2-x.^2;
mesh(x, y, z);
```

Листинг 5.2

Кроме построения каркасного графика с помощью функции `mesh` в Scilab 4.0 есть функция `surf`, которая строит каркасную поверхность, заливая ее каждую клетку цветом, который зависит от значения функции в узлах сетки. Использование функции `surf` рассмотрим при построении графика функции $z(x, y)=\sqrt{3x^2+2y^2}$. Решение задачи с

¹ Отличие между рис. 5.2 и 5.3-5.4 обусловлено различными углами обзора

помощью функции `surf` представлено на листинге 5.3, график изображен на рис. 5.5.

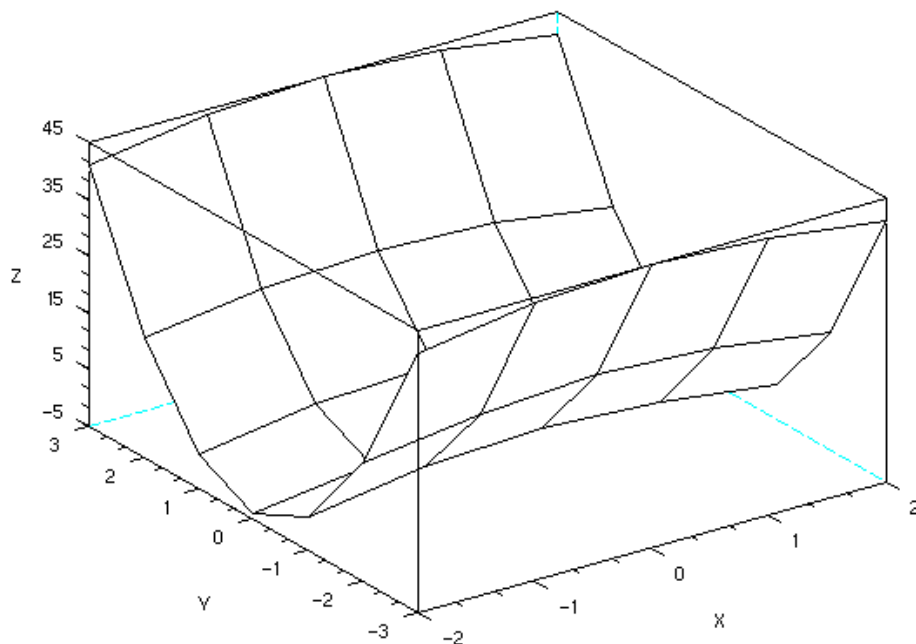


Рис. 5.3. График функции $z(x, y) = 5y^2 - x^2$, построенный с помощью функции `mesh`

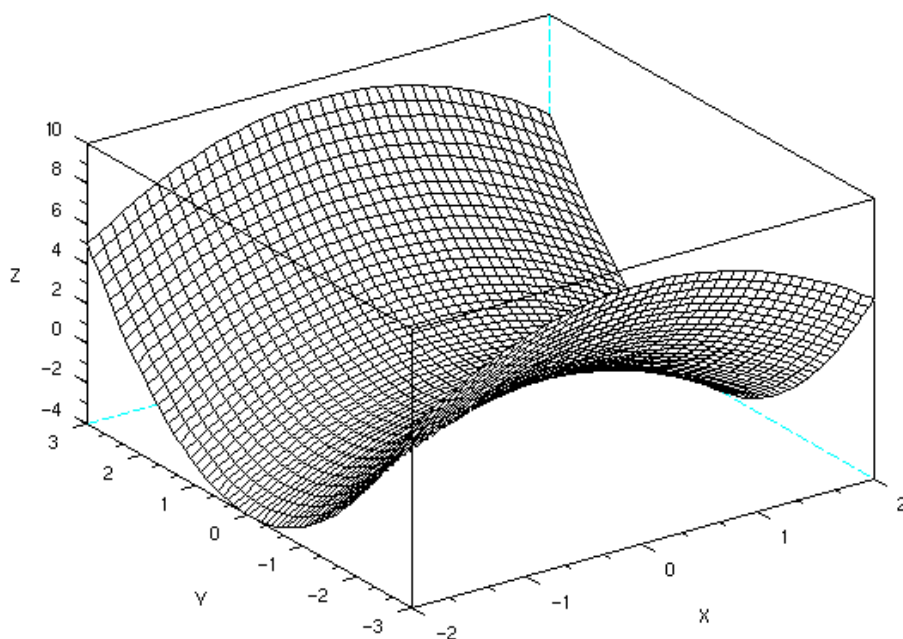
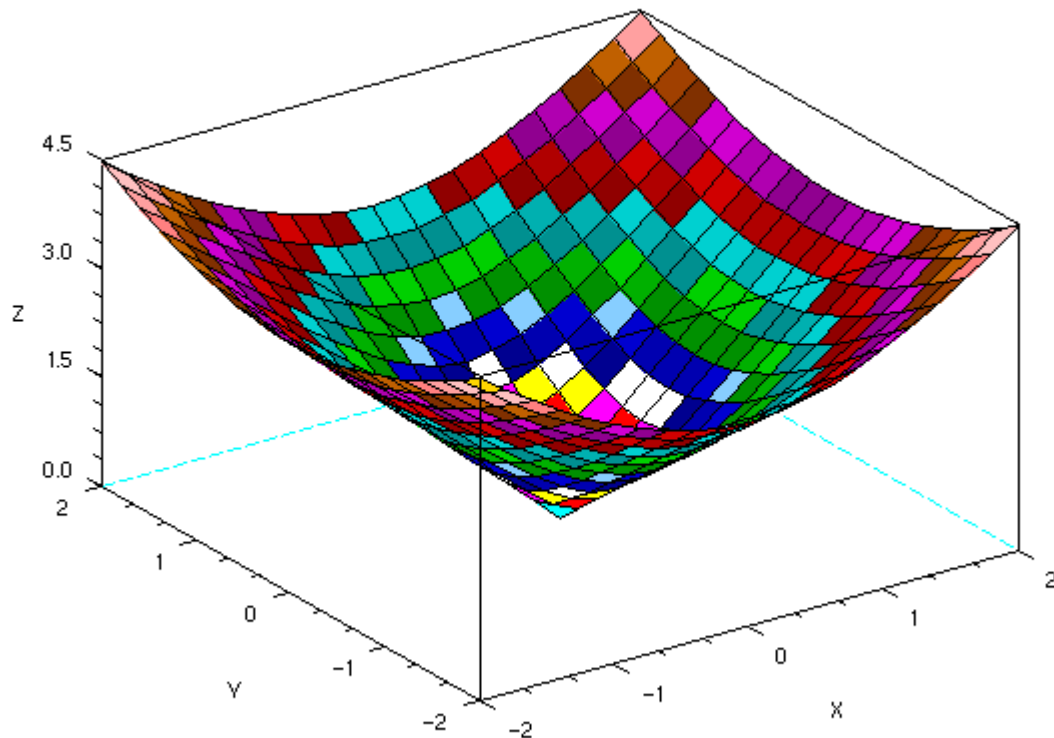


Рис. 5.4. График функции $z(x, y) = 5y^2 - x^2$ с плотной сеткой, построенный с помощью функции `mesh`

```
[x y]=meshgrid(-2:0.2:2,-2:0.2:2);
z=sqrt(x.^2+y.^2);
surf(x,y,z);
```

Листинг 5.3*Рис. 5.5. График функции, построенный с помощью surf*

В Scilab можно построить графики двух поверхностей в одной системе координат, для этого, как и для плоских графиков следует использовать команду `mtlb_hold('on')`, которая блокирует создание второго нового окна при выполнении команд `surf` или `mesh`. Построить график функции $z(x, y) = \pm(3x^2 + 4y^2) - 1$. Решение задачи с помощью функции `surf` представлено ниже, полученный график изображен на рис. 5.6.

```
[x y]=meshgrid(-2:0.2:2,-2:0.2:2);
z=3*x.^2+4*y.^2-1;
z1=-3*x.^2-4*y.^2-1;
surf(x,y,z);
mtlb_hold('on');
surf(x,y,z1);
```

Листинг 5.4.

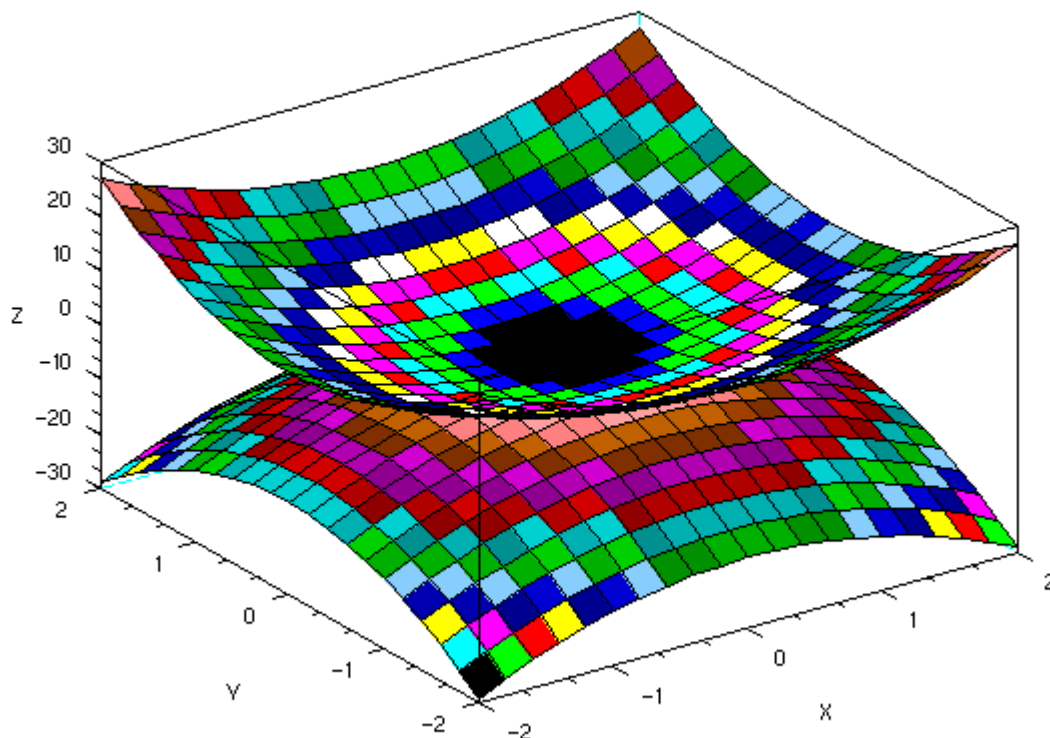


Рис. 5.6. График функции $z(x, y) = \pm(3x^2 + 4y^2) - 1$

5.2. Построение графиков поверхностей, заданных параметрически

При построении графиков поверхностей, заданных параметрически $x(u, v)$, $y(u, v)$ и $z(u, v)$ необходимо построить матрицы X , Y и Z одинакового размера. Для этого массивы u и v должны быть одинакового размера. После этого следует выделить два основных вида представления x , y и z в случае параметрического задания поверхностей:

1. Если x , y и z представимы в виде $f(u)g(v)$, то соответствующие им матрицы X , Y и Z следует формировать в виде матричного умножения $f(u)$ на $g(v)$.
2. Если x , y и z представимы в виде $f(u)$ или $g(v)$, то в этом случае матрицы X , Y и Z следует записывать в виде $f(u) \cdot \text{ones}(\text{size}(v))$ или $g(v) \cdot \text{ones}(\text{size}(u))$ соответственно.

Рассмотрим задачу построения графика поверхности сферы $x(u, v) = \cos(u) \cos(v)$, $y(u, v) = \cos(u) \sin(v)$, $z(u, v) = \sin(u)$.

```
u = linspace(-%pi/2, %pi/2, 40);
v = linspace(0, 2*%pi, 20);
```

```

X = cos(u)'*cos(v);
Y = cos(u)'*sin(v);
Z = sin(u)'*ones(v);
plot3d3(X,Y,Z);
// Подпись графика
xlabel('Function w=exp(sin(x))','X','Y','Z');

```

Листинг 5.5.

Получится график сферы (см. рис. 5.7).

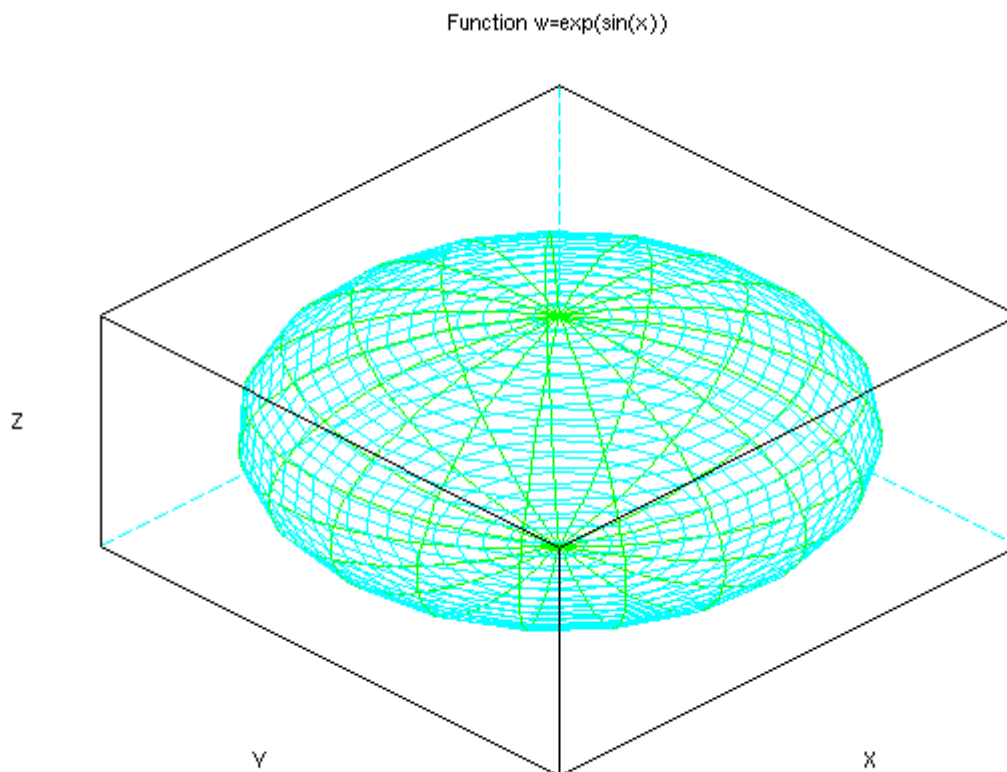


Рис. 5.7. График сферы

5.3. Построение трехмерной линии, заданной параметрически

В качестве примера рассмотрим построение трехмерной линии, заданной уравнением

$$\begin{aligned}
 x(t) &= \sin(t), \\
 y(t) &= \cos(t), \\
 z(t) &= \frac{t}{10}.
 \end{aligned}
 \quad (\text{см. листинг 5.6 и рис. 5.8})$$

```

t = 0:0.1:10*pi;
param3d(sin(t),cos(t),t/10,45,35);

```

Листинг 5.6.

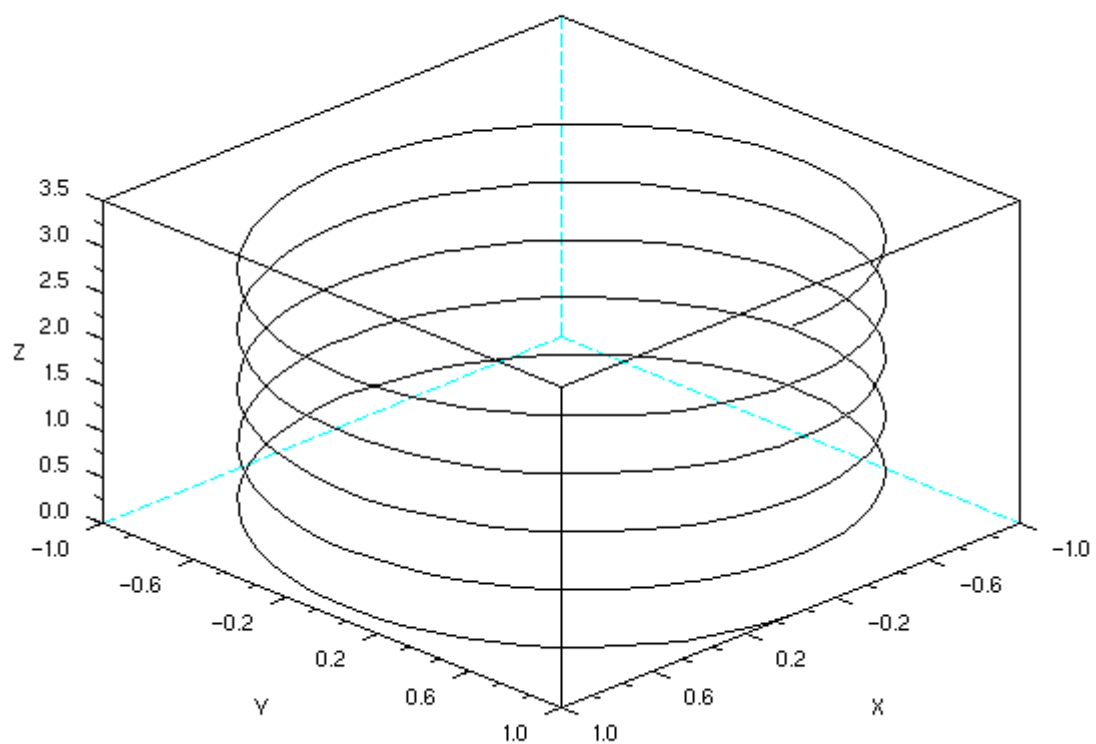


Рис.5.8. График винтовой линии